NICHOLAS VAN-ORTON
A SZÍN MINT GENERATÍV ELV
SONIA DELAUNAY ÉLETMŰVÉBEN
2026

Nicholas Van-Orton

A szín mint generatív elv Sonia Delaunay életművében

First published by Nicholas Van-Orton 2026

Copyright © 2026 by Nicholas Van-Orton

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning, or otherwise without written permission from the publisher. It is illegal to copy this book, post it to a website, or distribute it by any other means without permission.

Nicholas Van-Orton asserts the moral right to be identified as the author of this work.

Designations used by companies to distinguish their products are often claimed as trademarks. All brand names and product names used in this book and on its cover are trade names, service marks, trademarks, and registered trademarks of their respective owners. The publishers and the book are not associated with any product or vendor mentioned in this book. None of the companies referenced within the book have endorsed the book.

First edition

ISBN: 978-615-83133-2-2

This book was professionally typeset on Reedsy
Find out more at reedsy.com

Contents

1. Bevezetés
2. A modern színelmélet tudományos megalapozása
3. A szimultanizmus és a szín autonómiája
4. A szín strukturális rendszerei
5. A digitális képrendszerek strukturális színelmélete
6. A szimultanizmus algoritmikus értelmezése és a generatív művészet
7. Konklúzió

1

Bevezetés

Kevés jelenség kíséri végig olyan állandóan az emberi kultúra történetét, mint a szín. Egyszerre fizikai jelenség, érzékelési tapasztalat, művészi kifejezőeszköz és technológiai információ. Jelen van a természetben, a festészetben, a textilművészetben, a nyomtatásban, a digitális kijelzőkön és a számítógépes algoritmusok működésében. Bár a szín minden korszakban ugyanannak a vizuális tapasztalatnak tűnik, értelmezése folyamatosan változott, miközben új tudományos felismerések, művészeti törekvések és technológiai fejlesztések alakították jelentését.

Ez a könyv annak a hosszú fejlődési folyamatnak a történetét követi végig, amelynek során a szín fokozatosan önálló szervezőelvvé vált. A kiindulópont Isaac Newton optikai kutatásai, amelyek a színt a fény fizikai tulajdonságaként írják le. A későbbi fejezetek bemutatják, miként alakult át ez a tudományos felismerés a festészet kompozíciós elvévé, hogyan vált meghatározóvá Michel Eugène Chevreul színelmélete, majd hogyan bontakozott ki Sonia Delaunay művészetében a szimultanizmus relációs színfelfogása. A könyv ezt követően a textiltervezés strukturális rendszereit, a digitális képalkotás raszteres logikáját, végül pedig a kortárs generatív művészet algoritmikus szemléletét vizsgálja.

A könyv alapvető tézise, hogy e látszólag egymástól távoli területek nem elszigetelt történeti jelenségek, hanem ugyanannak a vizuális gondolkodásnak egymásra épülő állomásai.

Kultúra ◆ Kutatás ◆ Művészet

2

A modern színelmélet tudományos megalapozása

A modern színelmélet tudományos megalapozásának története döntő fordulóponthoz érkezett 1704-ben, amikor Isaac Newton közzétette Opticks című művét, amely alapvetően alakította át a fény és a szín természetéről alkotott európai gondolkodást. A korábbi évszázadok meghatározó hagyományát még az a felfogás uralta, amely szerint a színek a fény és a sötétség keveredésének, illetve a közvetítő anyagok módosító hatásának következményei. Newton ezzel szemben olyan kísérleti bizonyítási rendszert dolgozott ki, amely a színt nem a tárgyak tulajdonságaként vagy az érzékelés melléktermékeként, hanem magának a fénynek belső szerkezetéből következő fizikai jelenségként írta le. Vizsgálatainak kiindulópontját a teljesen elsötétített helyiség, a camera obscura szolgáltatta, amelyben a külvilág fényét egy rendkívül kisméretű nyíláson keresztül engedte be. Az így létrejövő keskeny fénysugár útjába üvegprizmát helyezett, amelynek ferde felületei a különböző sugarakat eltérő mértékben térítették el.

A kísérlet eredménye alapvetően cáfolta azt a korábbi elképzelést, hogy a prizma maga hozza létre a színeket. Newton megfigyelése szerint a kilépő fénynyaláb nem egyszerűen elhajlott, hanem hosszanti irányban szétterült, és folytonos színsávvá alakult. A vörös, narancs, sárga, zöld, kék, indigó és ibolya egymást követő rendje állandó módon jelent meg, függetlenül attól, hogy a prizma milyen anyagból készült vagy milyen helyzetben állt. A jelenség magyarázatát az eltérő törésmutatókban találta meg. Feltételezése szerint a fehér fényt alkotó különböző sugarak eleve eltérő mértékben törnek meg, ezért ugyanazon optikai közegben sem azonos pályát követnek. A vörös sugarak kisebb, az ibolya sugarak nagyobb eltérítést szenvednek, a közbülső színek pedig e két szélső érték között helyezkednek el. A prizma tehát nem létrehozza, hanem csupán térben elkülöníti a fényben eleve jelen lévő összetevőket.

A bizonyítás legfontosabb mozzanata a második prizma alkalmazása volt. Newton a már felbontott spektrum egyetlen kiválasztott színét újabb prizmán vezette keresztül, és azt tapasztalta, hogy az nem bomlik további színekre, hanem változatlan marad, csupán újabb irányváltozást szenved. Amikor viszont a teljes spektrumot megfelelő optikai elrendezéssel ismét egyesítette, újra fehér fény keletkezett. E kettős kísérlet egyértelműen igazolta, hogy a fehér fény nem homogén, hanem különböző színösszetevők együttese. A színek ezért nem másodlagos módosulások, hanem a fény alapvető és állandó sajátosságai, amelyek meghatározott fizikai viselkedéssel rendelkeznek.

Newton eredményeinek legmélyebb tudománytörténeti következménye a szín fogalmának radikális objektivizálása volt. A szín magyarázata többé nem kizárólag a tárgyak tulajdonságaiból

vagy az érzékelés szubjektív változékonyságából eredt, hanem a fény fizikai szerkezetének kísérleti vizsgálatára épült. Newton ugyanakkor nem azt állította, hogy a fénysugarak önmagukban színesek, hanem azt, hogy eltérő fizikai tulajdonságaik révén különböző színérzeteket keltenek. A geometriai optika módszereivel leírható törési viszonyok olyan természeti rendet tártak fel, amelyben a színek egymáshoz való viszonya mérhető, ismételhető és matematikailag értelmezhető összefüggések szerint szerveződik. Bár a különböző színekhez rendelhető hullámhossz fogalma csak a későbbi hullámelmélet kibontakozásával nyerte el végleges fizikai jelentését, Newton munkája már megteremtette annak elvi alapját, hogy a szín a természet objektív szerkezetének egyik mérhető attribútumaként jelenjen meg. Ezzel a szín kilépett a filozófiai spekuláció kizárólagos területéről, és a kísérleti természettudomány egyik központi vizsgálati objektumává vált, olyan szemléleti fordulatot előidézve, amely hosszú időre meghatározta a fényről és a látásról folytatott tudományos diskurzust.

Mindazonáltal éppen ez a szigorúan fizikai megközelítés vetette fel azt a kérdést, hogy miként magyarázható a színek emberi tapasztalata, amelyre a következő korszak meghatározó gondolkodói már nem kizárólag az optika, hanem az észlelés felől keresték a választ.

A newtoni optika éppen ott érte el saját magyarázó erejének határát, ahol a látás tényleges emberi tapasztalata kezdődik, s erre a határhelyzetre Johann Wolfgang von Goethe a Zur Farbenlehre 1810-es megjelenésével olyan válaszkísérletet adott, amely alapjaiban rendezte át a színről folytatott tudományos és filozófiai diskurzust. Goethe számára a szín nem választható el attól a szubjektumtól, amely lát, mert minden színélmény a világ és az érzékelő organizmus kölcsönhatásában jön létre. Miközben elfogadta a fény fizikai létezését, elutasította azt a szemléletet, amely a színt kizárólag objektív optikai jelenségként kívánta meghatározni. Értelmezésében a színek nem egyszerűen a fény belső összetevői, hanem a fény és a sötétség egymással folytatott dinamikus viszonyának érzékelhető megnyilvánulásai, amelyek mindig valamely konkrét vizuális szituációban bontakoznak ki.

E felfogás középpontjában a polaritás gondolata áll. A fény és a sötétség nem egymást kizáró állapotokként jelennek meg, hanem olyan egymásra utalt princípiumokként, amelyek kölcsönös feszültsége hozza létre a színek gazdag világát. Goethe különös jelentőséget tulajdonított a zavaros közegnek, a Trübének, amelyben e két alapelv találkozik és egymás hatását módosítja. Megfigyelése szerint amikor világosságot szemlélünk sötét háttér előtt valamilyen áttetsző, de nem teljesen átlátszó közegen keresztül, sárgás, majd vöröses tónusok bontakoznak ki, míg a sötétség világos háttér előtti megjelenése ugyanilyen közvetítő közegben fokozatosan a kék különböző árnyalatait idézi elő. A szín tehát nem a fény elemi alkotórészeinek mechanikus szétválása, hanem egy viszonyrendszer érzékelhető eredménye, amelyben a közeg sajátosságai éppoly meghatározó szerepet töltenek be, mint maga a megvilágítás.

Goethe vizsgálódásainak legnagyobb újdonsága azonban a fiziológiai színek elemzésében mutatkozott meg. A látást nem passzív befogadásként, hanem öntevékeny folyamatként értelmezte, amelyben maga a szem is részt vett a színek létrehozásában. Az utóképek jelensége ennek egyik legfontosabb bizonyítéka volt. Ha a tekintet huzamosabb ideig egy intenzív színre irányul, majd világos felületre fordul, a megjelenő kép nem az eredeti színt ismétli meg, hanem annak komplementer megfelelőjét idézi elő. Goethe ezt nem optikai hibának tekintette, hanem a

látószerv belső kiegyenlítő működésének megnyilvánulásaként értelmezte. A szem nem pusztán elszenvedi a külső ingereket, hanem folyamatosan törekszik saját egyensúlyának helyreállítására, s e törekvés során maga is új színjelenségeket hoz létre. Ugyanezt az aktív szervezőelvet fedezte fel a színes árnyékok vizsgálatában is, ahol a különböző megvilágítási viszonyok között megjelenő árnyalatok nem vezethetők vissza kizárólag a külső fényviszonyokra, hanem az észlelés kompenzáló működésének eredményeiként válnak láthatóvá.

E szemlélet gyökeresen átalakította a szín fogalmát. A szín többé nem tekinthető a megfigyelőtől független fizikai adottságnak, hanem olyan pszichofizikai eseménnyé válik, amely a test, az érzékelés és a külvilág kölcsönös egymásra hatásában születik meg. Goethe rendszerében az emberi szem nem egyszerű optikai eszköz, hanem eleven, önszabályozó organizmus, amely saját működésével alakítja a látható világ tapasztalatát, s e felismerés nyitotta meg annak lehetőségét, hogy a tizenkilencedik század második felének kutatásai már a színek egymásra gyakorolt kölcsönhatásait és az észlelés törvényszerűségeit állítsák vizsgálataik középpontjába.

Az észlelés öntevékeny természetének felismerése a tizenkilencedik század közepére már nem csupán filozófiai vagy természettudományos kérdésként jelent meg, hanem a textilipar mindennapi gyakorlatában is olyan problémává vált, amelynek megoldása új színelméleti felismerésekhez vezetett. Michel Eugène Chevreul, a párizsi Gobelins Manufaktúra vegyészeként, majd igazgatójaként olyan panaszokkal szembesült, amelyek szerint a legkiválóbb minőségű fekete fonalak elveszítették mélységüket, szürkésnek, barnásnak vagy kékesnek látszottak a kész kárpitokon. A vizsgálatok azonban egyértelműen kizárták a festékanyagok vagy a fonalak előállításának hibáját. Az eltérés nem az anyagban, hanem a látványban keletkezett. Ugyanaz a fonal más színű környezetben másként jelent meg a szem számára, vagyis a szín nem őrizte meg állandóságát, hanem a körülötte elhelyezkedő felületek függvényében módosult. Ez a gyakorlati tapasztalat vezette Chevreult annak felismeréséhez, hogy a színek viselkedését nem lehet kizárólag kémiai összetételük vagy fizikai tulajdonságaik alapján megérteni.

Az 1839-ben megjelent De la loi du contraste simultané des couleurs ennek a hosszú empirikus kutatásnak az összegzése volt. Chevreul alapvető tétele szerint két egymás mellett elhelyezkedő szín kölcsönösen módosítja egymás érzékelését. A szem ugyanis nem elszigetelten érzékeli az egyes színfelületeket, hanem folyamatos összehasonlításokat végez, amelyek során minden szín mellett önkéntelenül megjelenik annak komplementer megfelelője. Ha például egy semleges szürke felület intenzív vörös mellett helyezkedik el, a szürke zöldes árnyalatot vesz fel, miközben maga a vörös is élénkebbnek és telítettebbnek tűnik. Hasonló módon a kék mellett álló semleges tónus narancsos hatást kelt, míg a sárga közelében ibolyás árnyalat érzékelhető. A jelenség nem a pigmentek fizikai változásából ered, hanem abból, hogy a látórendszer a szomszédos színek viszonyát dinamikus kiegyenlítési folyamatként dolgozza fel, amelynek következtében minden felület egyszerre hordozza saját színét és környezetének optikai következményeit.

Chevreul ezzel a felismeréssel jelentős mértékben továbbfejlesztette azt az irányt, amelyet Goethe a látás aktivitásának hangsúlyozásával megnyitott, ugyanakkor elméletét szigorúan ismételhető megfigyelésekre és rendszerezett kísérletekre alapozta. A szimultán kontraszt törvénye nem kivételes vagy rendellenes jelenségként jelent meg, hanem a látás általános működési elveként. Ennek megfelelően egyetlen szín sem rendelkezik változatlan vizuális identitással, mert minden

érzékelhető árnyalat szükségszerűen módosul a mellette lévő színek jelenlétében. A szín tehát nem tekinthető többé önmagában fennálló tulajdonságnak, hanem olyan relációs minőséggé válik, amely kizárólag a vizuális környezet egészében nyeri el konkrét megjelenési formáját. Az észlelés nem egyszerűen rögzíti a színek közötti kapcsolatokat, hanem maga teremti meg azokat a kölcsönhatásokat, amelyek révén a látvány intenzitása, világossága és telítettsége folyamatosan átalakul.

Chevreul munkásságának episztemológiai jelentősége ezért messze túlmutatott a festékek vagy textíliák vizsgálatán. Kutatásai végleg megingatták azt a meggyőződést, hogy a szín abszolút, önmagában meghatározható tulajdonságként írható le, és helyette olyan szemléletet alapoztak meg, amelyben minden szín jelentése a környező színek rendszerében, kölcsönös viszonyaiban és az észlelés aktív szervező működésében bontakozik ki, előkészítve annak tudományos feltételeit, hogy a század második felének kutatói a színharmóniák, a vizuális keveredés és az optikai egység törvényszerűségeit még átfogóbb rendszerben vizsgálják.

Az a felismerés, hogy a szín jelentése mindig a vizuális viszonyrendszerben formálódik meg, a tizenkilencedik század utolsó évtizedeiben új festészeti módszer megszületéséhez vezetett, amelyben a tudományos színelmélet már nem pusztán értelmezési keretként, hanem közvetlen alkotói elvként működött. Georges Seurat a neoimpresszionizmus meghatározó alakjaként Michel Eugène Chevreul relációs színfelfogását Ogden Rood optikai kutatásaival és James Clerk Maxwell fényelméleti eredményeivel kapcsolta össze, s e különböző tudományos megközelítéseket olyan egységes festészeti gyakorlattá alakította, amely a kép szerkezetét az észlelés törvényszerűségeire alapozta. A festmény többé nem egyszerűen színezett felületként jelent meg, hanem olyan gondosan megszerkesztett vizuális mezőként, amelynek minden egyes eleme a szem működésének előre feltételezett mechanizmusára épült.

Ennek az új módszernek a középpontjában a divizionizmus és a pointillizmus elve állt. A hagyományos festői gyakorlatban a kívánt árnyalatokat többnyire a palettán keverték ki, majd egységes színrétegként vitték fel a vászonra. Seurat ezzel szemben a különböző pigmenteket tudatosan elkülönítette egymástól, és apró, tiszta színfoltokként helyezte el a kép felületén. A pontok eloszlása nem esetleges ritmust követett, hanem szigorúan szabályozott rend szerint szerveződött, amelyben az egyes színek aránya, távolsága és kölcsönös elhelyezkedése meghatározott optikai hatás létrehozását szolgálta. A kromatoluminarizmus alapelve szerint a fény intenzitása nem a pigmentek anyagi keverésének fokozásával növelhető, hanem éppen ellenkezőleg, a tiszta színek elkülönített alkalmazásával, mert ez lehetővé teszi, hogy azok teljes telítettségüket megőrizzék a kép felületén.

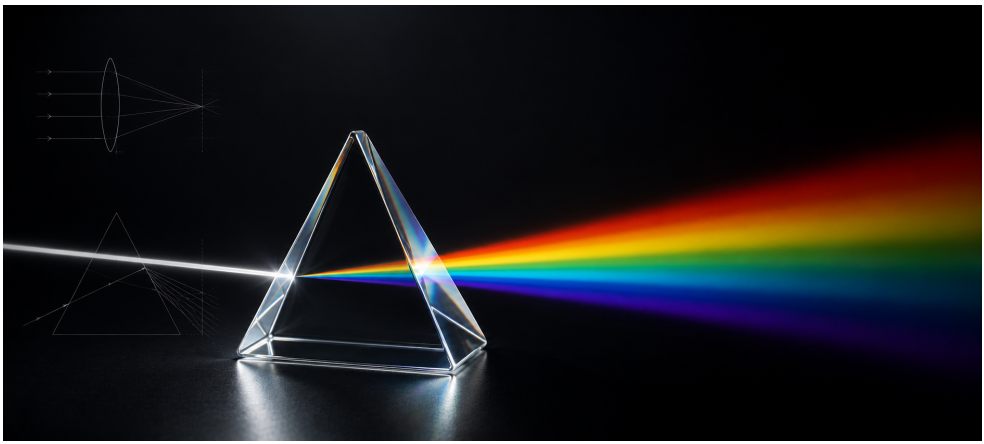
A módszer elméleti jelentőségét a vizuális addíció fogalma ragadja meg a legpontosabban. Az egymás mellé helyezett színpontok nem a vásznon egyesülnek új árnyalattá, hanem kizárólag a szem működése során. Megfelelő nézési távolságból az elkülönített felületek már nem különálló egységekként érzékelhetők, hanem egységes színhatássá szerveződnek, amelyet a retina és az idegrendszer integráló folyamatai hoznak létre. A festő tehát nem kész színt kínál fel a szemlélő számára, hanem olyan feltételrendszert alakít ki, amelyben az észlelés maga valósítja meg a szín egységét. Ebből következik, hogy a létrejövő látvány nagyobb fényerőt, fokozott ragyogást és finomabb vibrációt eredményezhet, mint az anyagilag összekevert pigmentek alkalmazása. A

különálló tiszta színek kölcsönhatása megőrzi saját intenzitásukat, miközben a szem egységes világító felületként érzékeli őket, így a kép dinamikája nem a festék fizikai tulajdonságából, hanem az észlelés aktív működéséből származik.

A neoimpresszionizmus ezzel olyan fordulatot valósított meg, amelyben a festészet és a színelmélet korábban soha nem látott mértékben kapcsolódott össze.

Chevreul szimultán kontraszt törvénye és a neoimpresszionista optikai színkeverés egymással ellentétes elveken alapuló folyamatok. Míg a kontraszt felerősíti a komplementer különbségeket a színek találkozásánál, addig a pointillista textúra a formák és tónusok retinális fúziójára (egybeolvadására) törekszik. Seurat zsenialitása éppen e két ellentétes vizuális erő – a tiszta színek egymást lökő kontrasztja és a szemben történő összeolvadás – kényes egyensúlyának fenntartásában rejlett.

A kép szerkezete immár nem a természet közvetlen utánzására, hanem az érzékelés törvényeinek tudatos megszervezésére épült, s a szín végérvényesen elveszítette önmagában értelmezhető státuszát, hogy kizárólag kapcsolataiban, kölcsönhatásaiban és vizuális energiájában váljon megragadhatóvá. A tizennyolcadik század elejétől kibontakozó tudományos színelméleti fejlődés így a század végére olyan festészeti laboratóriumot hozott létre, amelyben a tiszta szín önálló szervezőerővé emelkedett, előkészítve azt a szemléleti fordulatot, amely a következő fejezetben már a szín autonómiájának és a szimultanizmus kibontakozásának történeti feltételeiként vizsgálható.



A fény spektrális felbontása

3

A szimultanizmus és a szín autonómiája

A következő lépést ez a szemléleti fordulat már nem a színérzékelés tudományos magyarázatának továbbfejlesztésében, hanem magának a festészetnek a belső nyelvi átalakításában tette meg, amikor a huszadik század első évtizedének Párizsában Robert Delaunay és Sonia Delaunay a színt végérvényesen felszabadította a reprezentáció hagyományos kötelékei alól. Míg a neoimpresszionizmus az optikai törvényszerűségeket még a természeti látvány újraszervezésének szolgálatába állította, addig a Delaunay házaspár számára a színkapcsolatok önmagukban is elegendőnek bizonyultak egy autonóm képi rend létrehozásához. E folyamatot Guillaume Apollinaire az orfizmus fogalmával írta le, amely egyszerre utalt a festészet lírai karakterére, a zenei szerkesztés analógiájára és arra a meggyőződésre, hogy a kép belső egységét immár nem a tárgyak felismerhető jelenléte, hanem a színek ritmikus kölcsönhatása teremti meg. Az orfikus festészet így nem a külvilág másolásának új változatát jelentette, hanem egy olyan vizuális nyelv megszületését, amelyben a forma a színek egymásra hatásából keletkezik.

Ebben az összefüggésben nyerte el központi jelentőségét a szimultanizmus fogalma, amely Sonia Delaunay művészetében nem egyszerűen egy optikai jelenség megnevezése, hanem átfogó kompozíciós és világértelmezési elvvé alakult. A Chevreul által leírt egyidejű kontraszt többé nem egyes színfelületek érzékelési sajátosságát magyarázta, hanem a kép egészének szervező logikájává vált. Minden szín csak egy másik szín jelenlétében nyerhette el teljes intenzitását, ezért a festői kompozíció nem előre meghatározott formák kiszínezéseként épült fel, hanem egymást aktiváló kromatikus viszonyok folyamatos rendszeréből.

A kép szerkezetét nem körvonalak vagy perspektivikus rend határozta meg, hanem a színek kölcsönös feszültsége, amely állandó mozgásérzetet idézett elő. A látvány ennek következtében nem stabil egyensúlyként, hanem folytonosan alakuló energiamezőként jelent meg, amelyben minden felület egyszerre alakítja és alakul a mellette elhelyezkedő színek hatására.

Sonia Delaunay gondolkodásában a szimultanizmus ezért nem korlátozódott a festészet technikai problémáira. A színek egymásba fonódó kapcsolatai a modern élet dinamizmusának általános metaforájává váltak, amelyben sem a forma, sem a tér nem tekinthető lezárt vagy változatlan egységnek. A kompozíció olyan nyitott rendszerként működik, amelyben minden elem folyamatos kölcsönhatásban áll a többivel, s ebből a kölcsönösségből bontakozik ki a kép belső ritmusa. A szín ezzel végleg elveszíti leíró szerepét. Nem felületeket fed be, nem tárgyakat azonosít és nem a természet látható jelenségeit utánozza, hanem önálló térelemmé válik, amely saját intenzitásával, kiterjedésével és viszonyaival hozza létre a képi struktúrát. A festészet

középpontjába így már nem a tárgyak világa, hanem a szín mint autonóm vizuális erő kerül, amely egyszerre képes mozgást, ritmust és térélményt létrehozni minden külső narratív támasz nélkül.

Ez az elméleti és festői fordulat a Delaunay házaspár legkorábbi kísérleti kompozícióiban vált először közvetlenül megfigyelhetővé, ezért a következő alfejezet feladata e kezdeti színtanulmányok részletes formai és kompozíciós elemzése lesz.

A szimultanizmus elméleti tételei Sonia Delaunay 1912 és 1913 között készült Contrastes simultanés sorozatához tartozó festményeiben nyertek először következetes és önálló képi formát, ahol a tudományos színelmélet már nem hivatkozási háttérként, hanem a kompozíció egészét meghatározó alkotói princípiumként működött. Ezeken a műveken a hagyományos festészet formai hierarchiája gyökeresen átalakul. A kompozíció többé nem egy előzetesen kialakított szerkezet kitöltéseként szerveződik, hanem magukból a színekből épül fel. A képfelületet egymás mellé rendezett intenzív színmezők alkotják, amelyek minden közvetítő szerep nélkül lépnek kölcsönhatásba egymással. A szín elveszíti alárendelt szerepét, és a kép elsődleges szervezőerejévé válik. A látvány egysége ezért nem valamely külső tárgyi rendből fakad, hanem abból a folyamatos vizuális feszültségből, amelyet az egymás mellett elhelyezett színkapcsolatok hoznak létre.

E festmények legfontosabb újítása abban ragadható meg, hogy Sonia Delaunay a Chevreul által leírt egyidejű kontrasztot már nem magyarázandó természeti jelenségként kezelte, hanem tudatos festői műveletté alakította át. A komplementer színviszonyok következetes alkalmazása révén a vörös és a zöld, a sárga és az ibolya, valamint a kék és a narancs egymás közvetlen szomszédságában jelenik meg úgy, hogy egyik szín sem önmagában érvényesül. Mindegyik a mellette álló felület intenzitását fokozza, miközben saját ragyogása is növekszik. A színek kölcsönösen aktiválják egymást, s ennek eredményeként a kép felülete sohasem érzékelhető nyugalmi állapotként. A szem tekintete állandó mozgásra kényszerül, mert minden színmező újabb és újabb relációkat hoz létre a szomszédos felületekkel. A kompozíció dinamikája így nem a motívumok elrendezéséből vagy valamely narratív tartalomból fakad, hanem kizárólag a színek egymást erősítő jelenlétéből.

Ezzel összefüggésben a geometriai formák funkciója is alapvetően átalakul. A négyszögek, az íves felületek és a különböző síkelemek nem önálló jelentéshordozók, és nem a tér lehatárolásának hagyományos eszközei. Szerepük kizárólag annyi, hogy meghatározott intenzitású és kiterjedésű színkapcsolatok számára biztosítsanak hordozófelületet. A forma tehát nem megelőzi, hanem követi a színt, mert minden geometriai egység értelme abból a kromatikus viszonyból származik, amelyben részt vesz. Ennek következtében a kontúrvonal elveszíti klasszikus elválasztó szerepét. A szomszédos pigmentmezők találkozásánál nem merev határ keletkezik, hanem optikai átmenet, amelyben a kölcsönös kontraszt folyamatos rezgésben tartja a felületet. A kép szerkezete ezért nem elkülönülő alakzatok összességeként, hanem egymásba áramló színenergiák rendszerként bontakozik ki, ahol minden vizuális egység csak a teljes kompozíció részeként nyeri el jelentését.

A Contrastes simultanés ciklus ezzel nem csupán a szimultanizmus első következetes

megfogalmazását jelentette, hanem annak bizonyítását is, hogy a szín képes önállóan létrehozni a mozgás, a ritmus és a tér érzetét, s ez a felismerés nyitotta meg az utat azokhoz a monumentális kompozíciókhoz, amelyekben Sonia Delaunay a modern nagyváros lüktetését és a vizuális ritmus kiterjesztett tapasztalatát már összetettebb festői formában bontakoztatta ki.

A színek önálló mozgásszervező képessége Sonia Delaunay 1913-ban készült Bal Bullier című monumentális kompozícióján jutott el első teljes kibontakozásához, ahol a korábbi színtanulmányok kísérleti eredményei már a modern nagyvárosi élet vizuális tapasztalatának átfogó megfogalmazásává alakultak. A párizsi táncterem nem egyszerű témaként jelenik meg a festményen, hanem olyan érzéki közegként, amelyben a zene, a mozgás, a fény és az emberi testek egymásba olvadó ritmusa új képi logikát követel. A tango és a ragtime lüktetése nem az alakok gesztusaiban vagy a cselekmény elbeszélésében válik láthatóvá, hanem magában a kompozíció kromatikus szerkezetében. Bár az emberi figurák nyomai még felismerhetők, körvonalaik feloldódnak a színek örvénylő rendszerében, s a néző figyelme fokozatosan elszakad az ábrázolt szereplőktől, hogy a kép belső energiáinak folyamatos áramlását kövesse. A reprezentáció így nem tűnik el teljesen, hanem átalakul egy olyan vizuális mezővé, amelyben a tárgyi világ csak kiindulópontja egy jóval összetettebb festői folyamatnak.

A kompozíció szervezőelve a kromatikus dinamika, amely a különböző intenzitású színpászták, íves felületek és egymást metsző kontrasztok kölcsönhatásából bontakozik ki. A vörös, a narancs, a sárga, a kék és a zöld egymásba fonódó mezői nem stabil egyensúlyra törekednek, hanem állandó feszültséget tartanak fenn a képsíkon. A tekintet nem talál nyugalmi pontot, mert minden szín újabb irányba vezeti tovább az észlelést, miközben a görbülő formák és az egymást követő ívek folyamatos forgó mozgás érzetét idézik elő. A kép ritmusa ebből a megszakítás nélküli vizuális áramlásból születik meg. A színkapcsolatok nem pusztán egymás intenzitását fokozzák, hanem olyan belső pulzálást hoznak létre, amely a szem számára fizikai mozgásként válik átélhetővé. A festői felület ennek következtében elveszíti statikus jellegét, és eleven, változó struktúraként működik, amelyben a látvány minden pillanatban újraszerveződik.

Ebben a műben különös jelentőséget nyer a szimultán időszerkezet kérdése is. A hagyományos festészet rendszerint egyetlen kiválasztott pillanatot rögzített, míg Sonia Delaunay kompozíciója a mozgás időbeli kiterjedését sűríti egyetlen vizuális jelenlétbe. A ritmus nem egymást követő jelenetek sorozataként bontakozik ki, hanem egyidejű kapcsolatok hálózatában. A színek hullámzása és a formák ismétlődő váltakozása egyszerre idézi fel a tánc folyamatos áramlását, a zene lüktetését és a testek körkörös mozgását. A néző nem kívülről szemléli ezt a folyamatot, hanem érzékelésének időbelisége maga is részévé válik a kompozíciónak, amely minden tekintetmozdulattal újabb ritmikai összefüggéseket tár fel. A szín így végérvényesen túllép leíró funkcióján, mert többé nem tárgyakat jelöl vagy felületeket különböztet meg, hanem a mozgás önálló energiájaként működik, amely saját belső törvényszerűségei szerint szervezi a képi teret és a vizuális időt.

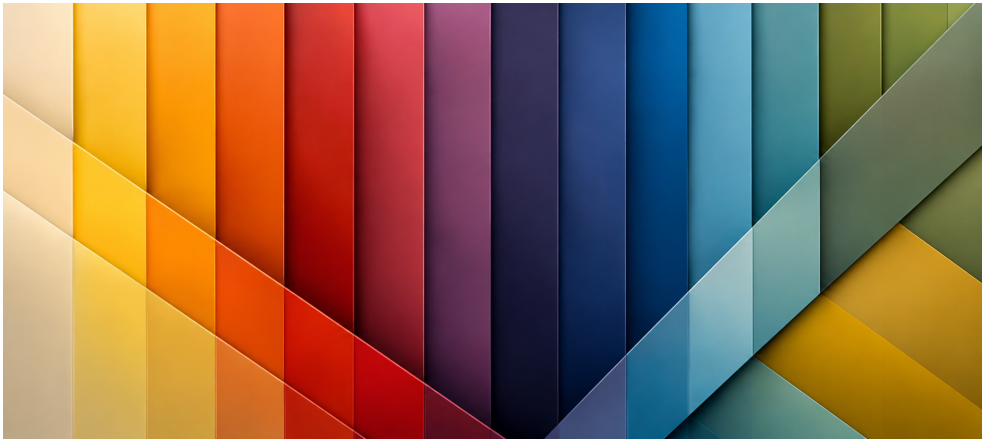
A Bal Bullier ezzel egy olyan festői szemlélet kiteljesedését jelenti, amelyben a szín dinamikája már természetes módon vezet tovább a mesterséges fény ragyogásának, a modern nagyváros elektromos atmoszférájának és a koncentrikus absztrakt formák egyre önállóbb vizsgálata felé.

A mozgás, a ritmus és a szín egyidejűségének festői problémája Sonia Delaunay 1914-ben készült Prismes électriques című monumentális kompozícióján olyan fokú absztrakcióhoz jutott el, amelyben a modern nagyváros vizuális élménye már szinte teljesen függetlenedik érzékelhető tárgyi forrásától. A mű közvetlen inspirációját a párizsi Boulevard Saint Michel elektromos ívlámpáinak vakító ragyogása adta, ám a festmény nem a városi tér dokumentatív ábrázolására törekszik. A mesterséges fény itt nem ikonográfiai motívumként jelenik meg, hanem olyan érzékelési tapasztalatként, amely feloldja a tárgyak körvonalait, megszünteti a hagyományos térmélységet, és a látvány egészét tiszta kromatikus energiává alakítja. A fény többé nem megvilágítja a világot, hanem maga válik a kép elsődleges tartalmává, amely saját belső törvényszerűségei szerint szervezi a kompozíció minden elemét.

Ennek az új festői nyelvnek meghatározó szerkezeti alapját a koncentrikus körök és körgyűrűk rendszere alkotja. A kör geometriai alakzata nem pusztán formai motívum, hanem a szimultán látás egyetemes modelljeként működik, mert minden irányban egyenlő intenzitással képes kiterjeszteni a színkapcsolatok hatását. A középpontból kiinduló radiális szerveződés következtében a tekintet nem lineáris útvonalon halad végig a képfelületen, hanem folyamatosan táguló és visszatérő mozgásokat végez. Az egymást követő színgyűrűk a szem számára állandó optikai expanzió érzetét hozzák létre, mintha a kompozíció egyszerre terjeszkedne kifelé és sűrűsödne önmaga belseje felé. A vibráció ezért nem valamely különálló forma sajátossága, hanem az egész kép működésének alapelve, amelyben minden színmező újabb hullámokat indít el az érzékelés folyamatában.

A kompozíció belső dinamikáját ezzel összefüggésben a középpont felé irányuló és a középpontból kifelé törekvő vizuális erők kényes egyensúlya szabályozza. A tekintet hol a sűrűsödő centrum felé vonzódik, hol a szétáradó színmezők irányába mozdul el, miközben egyik mozgás sem képes véglegesen uralkodóvá válni. Ez a folyamatos egyensúlykeresés akadályozza meg, hogy a kompozíció statikus renddé merevedjen. A kép inkább önmagát állandóan újraszervező rendszerként működik, amelyben a különböző irányú vizuális feszültségek kölcsönösen fenntartják egymás intenzitását. A néző érzékelése ennek következtében nem rögzített formákat, hanem megszakítás nélküli átalakulások sorozatát tapasztalja meg, ahol a szín és a tér elválaszthatatlanná válik.

A geometriai szerkezet ugyanakkor nem merül ki a koncentrikus egységek alkalmazásában. A körök körívekre, cikkelyekre és szektorokra tagolódnak, amelyek ismétlődő kapcsolatai rendkívüli szerkezeti fegyelmet kölcsönöznek a kompozíciónak. Az egyes elemek nem elszigetelt alakzatokként jelennek meg, hanem egymással arányos viszonyban álló modulokként, amelyek ritmikus váltakozásukkal a teljes képfelületet egységes rendszerbe szervezik. A geometria ezért nem korlátozza a szín mozgását, hanem éppen lehetővé teszi annak folyamatos kibontakozását, mert minden ismétlődő egység újabb kromatikus kapcsolatok létrejöttének feltételét teremti meg. A festmény ily módon a szimultanizmus legkövetkezetesebb megfogalmazásává válik, amelyben a szín, a forma és a ritmus egyetlen oszthatatlan kompozíciós elvvé egyesül. Ez a tiszta, moduláris színgeometria egyúttal már túl is mutat a festészet határain, mert olyan strukturális gondolkodásmódot alapoz meg, amelyben a szín önálló szervező szabályrendszerré válik, előkészítve a következő fejezet központi kérdését, vagyis a textiltervezésben kibontakozó generatív színszerkezetek és ismétlődő kompozíciós mátrixok vizsgálatát.



Szimultán színkapcsolatok

4

A szín strukturális rendszerei

A festészetben kibontakozó moduláris színgeometria történeti előzményei valójában jóval korábban, az ipari textilgyártás szervezeti és technológiai feltételei között jelentek meg, ahol a szín többé nem kizárólag esztétikai minőségként, hanem pontosan meghatározandó és ismételhető anyagi tulajdonságként vált kezelhetővé. Michel Eugène Chevreul tevékenységének ez a dimenziója a párizsi Gobelins Manufaktúrában bontakozott ki, ahol a kárpitszövés rendkívüli összetettsége szükségessé tette a rendelkezésre álló festett fonalak átfogó rendszerezését. A manufaktúra működésének alapfeltétele az volt, hogy ugyanazon árnyalat minden egyes szövési folyamat során azonos módon legyen újra előállítható és felhasználható. A szín ily módon már nem pusztán a művészi döntés pillanatnyi eredményeként jelent meg, hanem a gyártási folyamat egészét meghatározó szerkezeti elemként, amelynek helyét és viszonyait előzetesen rögzíteni kellett.

E gyakorlati igény hívta életre azt a részletes osztályozási rendszert, amelyben a különböző festőfonalak nem elszigetelt mintákként, hanem egymással összefüggő térbeli rendben kaptak helyet. Chevreul olyan félgömb alakú színrendszert dolgozott ki, amely lehetővé tette az árnyalatok egymáshoz viszonyított elhelyezését világosságuk, telítettségük és tónusuk alapján. A rendszer célja nem egyszerű leírás volt, hanem a színek közötti átmenetek szabályozott áttekintése, amelynek révén minden egyes fonal meghatározott pozíciót foglalt el a teljes készlet egészében. Az egyes árnyalatok így nem önálló egységekként, hanem egymással arányos kapcsolatok hálózatában váltak értelmezhetővé. A színfolytonosságot fokozatos átmenetek tagolták, amelyek egyúttal a gyártás számára is egyértelmű eligazodást biztosítottak, hiszen minden változat pontos helye meghatározható maradt a rendszer egészén belül.

Ez a rendszerezési kényszer alapvetően alakította át a szín fogalmát. Az a jelenség, amelyet a művészet korábban gyakran az alkotói intuícióhoz kapcsolt, a manufaktúra gyakorlatában szabályozható, összehasonlítható és ismételhető szerkezeti elemmé vált. A festett fonalak előállítása és nyilvántartása csak akkor biztosíthatta a kívánt minőséget, ha minden árnyalat előre kijelölt helyet foglalt el egy egységes rendben. A szín ennek következtében elveszítette esetleges jellegét, és olyan diszkrét egységekre tagolódott, amelyek egymástól világosan elkülöníthetők, ugyanakkor meghatározott szabályok szerint kapcsolódnak össze. A teljes készlet egységes színosztályozási rendszerré szerveződött. A gyártás szempontjából ez azt jelentette, hogy a színválasztás többé nem kizárólag egyedi döntések sorozata volt, hanem előre felépített rend alkalmazása, amely biztosította az ismételhetőséget és a következetes minőséget.

A Gobelins Manufaktúrában kialakított rendszerszemlélet olyan történeti előzményt jelentett, amely megteremtette a modern szín strukturális értelmezésének feltételeit; e szemléleti hagyományba illeszthető Sonia Delaunay textiltervezői gyakorlata is. A festett fonalak koordinált rendszerezése olyan gondolkodásmódot honosított meg, amelyben a szín egy átfogó szerkezeti rendszer elemeként vált kezelhetővé. E szemléleti hagyomány később a modern művészet több területén is továbbélt; ebbe a tágabb fejlődéstörténeti összefüggésbe illeszthető Sonia Delaunay textiltervezői gyakorlata és az Atelier Simultané működése is.

A Gobelins Manufaktúrában kialakított rendszerszemlélet Sonia Delaunay életművében új történeti és művészeti dimenziót nyert, amikor a húszas években a szín szerkezeti törvényeit a festészet határain túl a textiltervezés és az öltözködés egész területére kiterjesztette. Az általa létrehozott Atelier Simultané nem egyszerű iparművészeti vállalkozásként működött, hanem olyan alkotóműhelyként, amelyben a szimultanizmus elméleti felismerései közvetlenül a mindennapi élet anyagi kultúrájában ölthettek testet. A textil ebben az összefüggésben nem a festészet alkalmazott változatává vált, hanem önálló médiumként jelent meg, amely saját anyagszerkezete révén különösen alkalmas volt a színek kölcsönhatásainak vizsgálatára. A viselet többé nem a kész kompozíció hordozója, hanem a színdinamika aktív tere lett, ahol az emberi test mozgása folyamatosan újraszervezte a felületek egymáshoz való viszonyát.

A tissu simultané elve ennek megfelelően a síkbeli kompozíció térbeli kibontására épült. Azok a színkapcsolatok, amelyek korábban a vászon statikus felületén működtek, a ruházaton már állandó változásban jelentek meg. A szabásvonalak, a varratok, a redők és a hajtások nem pusztán szerkezeti szükségszerűségek voltak, hanem a kromatikus kapcsolatok alakító tényezőivé váltak. A textil mozgása minden lépésnél módosította a szomszédos színmezők találkozását, új ritmusokat és új vizuális egyensúlyokat hozva létre. A kompozíció ezért sohasem rögzített állapotként létezett, hanem az anyag viselkedésével együtt változott. A ruha viselője nem csupán hordozta a mintázatot, hanem mozgásával maga is részt vett annak folyamatos formálásában. A szín így háromdimenziós térbeli tapasztalattá alakult, amelyben az észlelés minden pillanatban új kapcsolatrendszereket épített fel.

Ebben a gondolkodásmódban a mintázat fogalma is alapvetően átalakult. A geometriai alakzatok nem utólagos díszítőelemként kerültek a szövetre, hanem magából a szerkezetből következtek. A rombuszok, a cikkcakkos vonulatok, a sávok és a különböző síkidomok olyan alapegységekként működtek, amelyek meghatározott kapcsolódási rend szerint ismétlődtek a textil teljes felületén. Egyetlen motívum sem önmagában hordozta jelentését, hanem mindig a körülötte elhelyezkedő egységekkel alkotott viszonyában. Az ismétlődés ezért nem mechanikus sokszorosítást jelentett, hanem ritmikus variációt, amelyben az egyes modulok mérete, iránya és színkapcsolata folyamatosan új összefüggéseket eredményezett. A szövet felülete ily módon nyitott kompozíciós mezővé vált, amely elvileg korlátlanul folytatható maradt anélkül, hogy elveszítette volna szerkezeti egységét. A geometriai rend és a kromatikus ritmus kölcsönösen feltételezték egymást, így a textil minden részlete ugyanannak az átfogó kompozíciós logikának a megnyilvánulásává vált.

Sonia Delaunay textiltervezői munkássága ezért nem a festészet alkalmazásának tekinthető, hanem annak bizonyítéka, hogy a szín önálló szervezőelvként képes a tárgyi kultúra egészét

áthatni. A szimultanizmus itt már nem egyetlen műalkotás belső rendjét szabályozza, hanem olyan strukturális szemléletté válik, amelyben az ismétlődés, a variáció és a geometriai fegyelem egyetlen egységes rendszerbe kapcsolódik. E szerkezeti gondolkodás történeti gyökerei ugyanakkor visszavezetnek a textilszövés technológiai alapjaihoz, ahol a mintázat előállítása már jóval korábban olyan mechanikus szervezési elvekre épült, amelyek legösszetettebb megfogalmazását a Jacquard szövőszék működési rendszere testesítette meg.

A textilmintázatok szerkezeti logikájának történeti háttere a tizenkilencedik század elején olyan technológiai fordulatban öltött testet, amely alapvetően alakította át a szövés fogalmát és a díszítőminták előállításának lehetőségeit. Joseph Marie Jacquard 1804-ben szabadalmaztatott szövőszéke a korábbi mechanikus rendszereket azzal haladta meg, hogy a mintázat létrehozását elválasztotta a szövő közvetlen manuális irányításától, és azt előre meghatározott fizikai utasássorozatra bízta. A szerkezet működésének középpontjában az egymás után felfűzött perforált kartonkártyák álltak, amelyek minden egyes sora meghatározta a láncfonalak adott pillanatban végrehajtandó mozgását. Ahol a kártyán nyílás helyezkedett el, ott a megfelelő tű áthaladhatott, lehetővé téve a hozzá kapcsolódó fonal emelését, míg a perforáció hiánya megakadályozta ezt a mozgást. A kialakuló mintázat tehát nem a szövés közben született meg, hanem már a kártyasorozat fizikai szerkezetében előre rögzített formában létezett.

E mechanizmus jelentősége túlmutatott a termelékenység növelésén, mert a vizuális forma létrehozását elemi döntések szabályozott egymásutánjává alakította. A perforáció jelenléte vagy hiánya minden egyes ponton egyértelmű mechanikai következménnyel járt, így a szövési folyamat olyan kétszintű működési rendre épült, amelyben minden láncfonal állapotát világosan meghatározott választás szabályozta. A díszítőmotívum ennek megfelelően nem folyamatos kézi alakítás eredménye volt, hanem diszkrét egységekből felépülő szerkezetté vált, amelynek összetettsége kizárólag az egymás után következő fizikai utasítások számától és elrendezésétől függött. A szövőszék ily módon képes volt ugyanazt a mintát ismételten és nagy pontossággal előállítani, miközben a variáció lehetősége is fennmaradt a kártyák sorrendjének vagy tartalmának módosításával. A textil ornamentikája ezzel olyan strukturális rendként jelent meg, amelynek alapja nem az esetlegesség, hanem az előre megszerkesztett mechanikai szabályozás volt.

A Jacquard-szövőszék működésének elméleti jelentőségét a század folyamán több gondolkodó is felismerte. Charles Babbage figyelmét különösen az ragadta meg, hogy a szövőgép összetett mintázatokat képes létrehozni előzetesen rögzített utasítások egymásutánjának követésével, s ezt a működési elvet saját mechanikai számológépeinek tervezése során is termékeny analógiának tekintette. Ada Lovelace még tovább lépett e felismerés értelmezésében, amikor rámutatott arra, hogy miként a Jacquard-szövőszék virágokat és leveleket sző meghatározott utasításrend szerint, ugyanúgy más mechanikus rendszerek is képesek lehetnek előre megszerkesztett műveletsorok végrehajtására. Értelmezésükben a textilminta már nem pusztán díszítőforma volt, hanem strukturált viszonyrendszer, amelynek elemei pontos rend szerint kapcsolódnak egymáshoz. A mechanikai ismétlődés ezért nem az alkotói szabadság korlátozását jelentette, hanem annak bizonyítását, hogy a bonyolult vizuális alakzatok egyszerű szerkezeti szabályok következetes alkalmazásából is felépülhetnek.

A Jacquard-rendszer történeti jelentősége ebből a szempontból abban áll, hogy a textilmintázatot teljes egészében formális szerkezetté tette, amelyben minden egyes elem meghatározott helyet foglal el egy átfogó rend részeként. A szövött felület így nem csupán ornamentális kompozícióként, hanem szabályozott topológiai mezőként értelmezhető, ahol az ismétlődés, az eltolás, a kapcsolódás és a variáció egymással összefüggő matematikai viszonyokat alkot, megnyitva az utat a textilmintázatok rácsalapú szerveződésének és vizuális mátrixainak részletes elemzése felé.

A Jacquard rendszerében megfogalmazott szerkezeti elvek a textilmintázatot végleg elszakították az ornamentika esetlegességétől, és olyan formális rendként tették értelmezhetővé, amelynek alapja a kétdimenziós szövési hálózat szabályozott geometriája. A lánc és a vetülék metszéspontjai nem pusztán technológiai érintkezési helyek, hanem olyan koordináták, amelyekben a felület teljes vizuális szerveződése megvalósul. A textil szerkezete ebből következően olyan egységes mezőként értelmezhető, amelyben minden egyes csomópont meghatározott helyet foglal el, s jelentését kizárólag a teljes rendszerhez fűződő viszonya révén nyeri el. Sonia Delaunay geometrikus motívumai ebben az összefüggésben nem önálló alakzatokként jelennek meg, hanem olyan szerkezeti egységekként, amelyek a szövési hálózat koordinátáihoz igazodva épülnek fel. A rombuszok, körívek, sávok és cikkcakkos formák a felület meghatározott pontjai között létesítenek kapcsolatot, így a kompozíció egészét nem a motívumok egyedisége, hanem azok egymáshoz való szabályozott viszonya szervezi.

A textilfelület folytonossága e rendszerben nem a motívumok ismétlésének egyszerű következménye, hanem olyan geometriai műveletek eredménye, amelyek biztosítják a szerkezet korlátlan kiterjeszthetőségét. A párhuzamos eltolás lehetővé teszi, hogy ugyanaz a forma változatlan szerkezettel új helyzetben jelenjen meg, miközben megőrzi kapcsolatait a szomszédos egységekkel. Az elforgatás ugyanazon motívum új orientációját hozza létre, ezáltal fokozva a kompozíció belső dinamizmusát anélkül, hogy felbontaná annak szerkezeti rendjét. A különböző tengelyek mentén érvényesülő szimmetriaviszonyok tovább erősítik ezt az egységet, mert a felület távoli részei között is érzékelhető kapcsolatot teremtenek. A ritmus így nem pusztán vizuális benyomásként keletkezik, hanem meghatározott szabályok szerint ismétlődő szerkezeti műveletek következményeként. A kromatikus váltakozás ugyanennek a rendnek megfelelően szerveződik, hiszen a színek egymásutánja nem esetleges, hanem előre meghatározott diszkrét lépések sorozatából épül fel, amely a teljes felületet egységes szerkezeti logikába kapcsolja.

Ebből a nézőpontból a szövési struktúra analóg vizuális mátrixként írható le, amelyben minden fonalcsomópont önálló információhordozó egységként működik. Egyetlen metszéspont sem választható el sem térbeli helyzetétől, sem színbeli meghatározottságától, mert e két tulajdonság együtt alkotja a szerkezet legkisebb értelmezhető elemét. A felület egészének vizuális karaktere nem egyetlen kiemelt motívumból vezethető le, hanem e számtalan egység összehangolt együttműködéséből. A mintázat ezért nem rákerül a textilre, hanem magából a szövési rendből bontakozik ki. A geometria és a kromatika elválaszthatatlan egységet alkot, amelyben minden változás szükségszerűen átrendezi a teljes rendszer egyensúlyát. A textil így olyan strukturális mezővé válik, amely egyszerre őrzi az anyagi megmunkálás konkrétságát és a matematikai szerveződés absztrakcióját.

Sonia Delaunay életművének textiltervezői dimenziója ezért nem csupán az avantgárd formaalkotás egyik kiemelkedő fejezete, hanem annak bizonyítéka is, hogy a szín, a geometria és az ismétlődés közös törvényei képesek egységes rendszerré szervezni az anyagot, a felületet és az észlelést. A textilmátrix szerkezeti logikája egy olyan történeti küszöböt jelöl ki, amelyen túl a fonalak analóg világa fokozatosan átadja helyét a fényalapú architektúrák, a számszerűsített színterek és a képernyők új vizuális kultúrájának, megnyitva a következő fejezet vizsgálódásának elméleti horizontját.

5

A digitális képrendszerek strukturális színelmélete

Az a strukturális szemlélet, amely a textilmintázatot koordinált csomópontok szabályozott rendszerének tekintette, a huszadik század második felében új technológiai közegben nyert folytatást, amikor a vizuális képalkotás fokozatosan a digitális raszter logikájára épült. A szövési hálózat analóg metszéspontjai és a képernyő képpontjai között nem anyagi azonosság, hanem mély szerkezeti rokonság figyelhető meg. Mindkét rendszer elemi egységekből épít fel összetett vizuális konfigurációkat, amelyekben az egész jelentése kizárólag az egyes komponensek szabályozott elrendezéséből vezethető le. A fonalak találkozási pontja a textilben ugyanazt a szervező szerepet tölti be, amelyet a digitális képben a pixel lát el: egyik sem önmagában hordozza a kompozíció értelmét, hanem kizárólag a teljes rácsszerkezet részeként válik értelmezhetővé. A történeti folytonosság éppen abban ragadható meg, hogy a vizuális rend mindkét esetben diszkrét egységekre bontott szerkezetként jelenik meg, amelyben a rész és az egész kölcsönösen feltételezik egymást.

A pixel fogalma ezért nem pusztán technológiai meghatározás, hanem a képi reprezentáció ontológiai átalakulásának egyik kulcsfogalma. A digitális kép legkisebb oszthatatlan építőelemeként a pixel nem rendelkezik autonóm jelentéssel, hiszen színe, intenzitása és funkciója kizárólag a környezetében elhelyezkedő képpontokkal kialakított viszonyrendszerben válik érzékelhetővé. Ugyanez a relációs logika határozta meg Sonia Delaunay textilterveinek moduláris felépítését is, ahol egyetlen geometriai egység sem önmagában, hanem az ismétlődés, az eltolás és a kromatikus kapcsolatok hálózatában nyerte el kompozíciós szerepét. A digitális raszter ezt az elvet matematikailag formalizálja, mivel minden pixel egy meghatározott koordinátapárhoz kapcsolódik, amely pontos helyet jelöl ki számára a kétdimenziós mátrixban. A vizuális mező így nem folytonos felületként, hanem számszerűen azonosítható pozíciók összességeként szerveződik, ahol minden képpont egyszerre hordoz helyzeti és színinformációt.

Ezzel párhuzamosan a képalkotás absztrakciója új szintre emelkedik. A textilművészetben a vizuális rend még elválaszthatatlan maradt az anyagi hordozó fizikai tulajdonságaitól, hiszen a fonalak vastagsága, sodrása, felülete és festése közvetlenül befolyásolta az észlelhető struktúrát. A digitális reprezentáció ezzel szemben leválasztja a képet az anyag konkrét ellenállásáról, és azt logikai műveletekkel leírható adatszerkezetté alakítja. A pigmentek anyagszerűsége helyett számszerűsíthető színértékek jelennek meg, a szövési csomópontok fizikai kötéseit pedig koordináták és értékpárok váltják fel. A kép létrejötte ezért már nem a felület kézműves megmunkálásának eredménye, hanem olyan matematikai rend kibontakozása, amelyben a vizuális forma a rács minden pontján egyértelműen meghatározott állapotként írható le. Ez az

átalakulás nem megszünteti a korábbi strukturális gondolkodást, hanem annak absztrakcióját következetesen továbbviszi, miközben megőrzi azt az alapelvet, hogy az összetett vizuális egészek elemi egységek szabályozott kapcsolatrendszeréből épülnek fel.

A szövési mátrix és a digitális raszter közötti történeti és fogalmi folytonosság így előkészíti annak megértését, hogy a szín is alapvetően új ontológiai státuszba kerül, amikor a fizikai pigmentek kölcsönhatásait a fény additív keverése, valamint az RGB-színtér számszerűen szabályozható rendszere váltja fel.

A digitális raszter szerkezeti logikája szükségszerűen vezeti vissza a szín problémáját ahhoz a fizikai felismeréshez, amely a fehér fény spektrális összetettségét először tette tudományosan értelmezhetővé. A modern emissziós kijelzők működése olyan optikai elvre épül, amely a fényt már nem visszaverődő anyagi felületként, hanem közvetlenül kibocsátott sugárzásként kezeli. Míg a festészet és a textilművészet történetében a színek létrejötte elsősorban a pigmentek fényelnyelő tulajdonságain alapult, addig a digitális képfelületeken a vizuális élmény egymással egyidejűleg kibocsátott fénysugarak összeadódásából keletkezik. Az additív színalkotás során minden újabb fényösszetevő növeli a kibocsátott sugárzás intenzitását, így a különböző hullámhosszak kombinációja fokozatosan közelíti meg a fehér fény érzékletét. Ebben az értelemben a spektrális modell nem csupán történeti előzmény, hanem a digitális megjelenítés fizikai alapja is, amely a színt a fény energiaviszonyainak szabályozható rendszerévé alakítja.

Az RGB-színtér ezt a fizikai elvet matematikailag formalizálja. A vörös, a zöld és a kék alapsugárzás nem egyszerűen három kiválasztott szín, hanem egy olyan háromdimenziós koordinátarendszer tengelyei, amelyek segítségével a megjeleníthető árnyalatok teljes tartománya leírható. A szín ebben a modellben nem minőségi kategóriaként jelenik meg, hanem három egymástól független intenzitásérték kombinációjaként. A színkocka geometriai modellje ennek megfelelően minden egyes árnyalatot egyértelmű helyhez rendel a háromdimenziós térben. Ha az egyes összetevők intenzitását nyolcbites felbontással írjuk le, akkor minden tengelyen a nulla és a kétszázötvenöt közötti értékek határozzák meg az adott fényösszetevő erősségét. Egyetlen digitális szín ezért három numerikus koordináta rendezett együttese, amely egyszerre rögzíti a vörös, a zöld és a kék kibocsátásának mértékét. A vizuális különbségek így számszerű távolságokként és matematikailag kezelhető pozíciókként értelmezhetők, ami a színleírást példátlan pontosságú formalizmusba rendezi.

A kijelzőtechnológia fizikai megvalósítása ugyanakkor azt is megmutatja, hogy e matematikai absztrakció mögött továbbra is konkrét optikai folyamatok működnek. A legtöbb RGB-alapú kijelzőn a képpontok három, egymás mellett elhelyezkedő vörös, zöld és kék szubpixelből épülnek fel , amelyek külön vörös, zöld és kék fényt bocsátanak ki. A néző megfelelő távolságból már nem különálló fényforrásokat érzékel, hanem azok egyesített hatását, mivel a retina térbeli felbontóképessége és az idegrendszer integráló működése egységes színélménnyé kapcsolja össze az egymás mellett elhelyezkedő emissziós elemeket. Ebben az értelemben minden képpont a spektrális felbontás fordított irányú optikai rekonstrukciójaként működik. Míg a prizmakísérlet a fehér fényt bontotta fel különböző hullámhosszú összetevőkre, addig a kijelzők mikroszkopikus szerkezete e komponensek szabályozott egyesítésével hozza létre ismét a folytonos színérzetet. A modern képfelület tehát egyszerre fizikai fényforrás és matematikailag szabályozott

koordinátarendszer, amelyben a szín minden pillanatban optikai és numerikus eseményként valósul meg.

E pontosan meghatározható színkoordináták azonban önmagukban még nem magyarázzák meg a vizuális tapasztalat teljességét, mert a képernyőn megjelenő árnyalatok érzékelése ugyanúgy függ a környező színek kölcsönhatásától, mint ahogyan azt Michel Eugène Chevreul relációs színelmélete már a tizenkilencedik században felismerte, s ennek digitális megfelelői jelentik a következő vizsgálat központi kérdését.

A digitális színtér matematikai pontossága első pillantásra azt a benyomást kelti, hogy a szín végleg megszabadult minden észleléselméleti bizonytalanságtól, hiszen minden képponthoz egyértelmű numerikus értékek rendelhetők. E látszólagos abszolút meghatározottság azonban ugyanabba az episztemológiai korlátba ütközik, amelyet Michel Eugène Chevreul már a tizenkilencedik század közepén felismert. A kijelzőn megjelenő RGB-értékek, a hexadecimális színkódok vagy a CSS színmeghatározásai valóban rögzített numerikus állapotokat írnak le, ám az emberi vizuális rendszer sohasem ezeket az absztrakt adatokat érzékeli, hanem mindig a teljes képi környezet relációs összefüggéseit. Egy grafikus felület minden színmezője folyamatos kölcsönhatásban áll a mellette elhelyezkedő felületekkel, ezért ugyanaz a numerikusan azonos szín egymástól gyökeresen eltérő vizuális karaktert ölthet attól függően, hogy milyen háttér, kontraszt vagy fényességi viszony veszi körül. A digitális reprezentáció tehát nem számolja fel Chevreul felismerését, hanem új technológiai közegben igazolja annak általános érvényét.

A képernyőkön létrejövő szimultán kontraszt mechanizmusa lényegében ugyanazon pszichofiziológiai folyamatokra épül, amelyek a festett pigmentfelületek esetében is meghatározzák a színészlelést. Amikor két intenzív színmező közvetlenül egymás mellé kerül, a retina receptorrendszere és az idegrendszer korai feldolgozó folyamatai nem elszigetelt értékekként kezelik azokat, hanem egymást módosító ingerekként. A vizuális rendszer hajlamos a komplementer viszonyok felerősítésére, ezért a fókuszban lévő felület érzékelt árnyalata szükségszerűen eltolódik a környező mezők kromatikus szerkezetének megfelelően. Egy semleges szürke felület eltérő tónusúnak látszik világos vagy sötét háttér előtt, miként ugyanaz a vörös más intenzitásúnak érzékelhető kék, zöld vagy narancsszínű környezetben. A digitális kijelző tehát nem szünteti meg az optikai indukciót, hanem rendkívül pontos és ismételhető feltételeket biztosít annak vizsgálatához, mivel a színek fizikai kibocsátása szabályozható, miközben az észlelés relációs természete változatlan marad.

E felismerés a kortárs grafikus rendszerek tervezési gyakorlatában is meghatározó szerepet játszik. A felhasználói felületek kialakítása során a grafikus motorok, a reszponzív megjelenítési környezetek, valamint az SVG és CSS szabványokban alkalmazott blending módok és szűrők nem pusztán technikai eszközök, hanem olyan eljárások, amelyek figyelembe veszik a színek kölcsönhatásainak vizuális következményeit. Az átlátszóság, a rétegződés, a fényesség, a kontraszt és a különféle színkeverési műveletek mind azt a célt szolgálják, hogy a numerikusan rögzített színértékekből a kívánt perceptuális hatás jöjjön létre különböző kijelzőkön és eltérő környezeti feltételek között. A digitális szín ezért nem tekinthető egyszerű adattárolási egységnek, mert minden megjelenítés során új kapcsolatba lép a háttérrel, a tipográfiával, a fényességi viszonyokkal és a szem adaptációs folyamataival. Bár a szimultán kontraszt a

környező színek hatásán alapul, a hagyományos GPU fragment shaderek végrehajtási modellje alapvetően egymástól függetlenül számítja ki az egyes pixelek értékeit a normalizált UV-térben. A Delaunay-féle relációs színrendszer digitális leképezéséhez ezért nem elegendő a lokális pixelszámítás önmagában, hanem olyan globális matematikai függvényekre és koordináta-transzformációkra van szükség, amelyek a környezeti ritmust és a színmezők egymáshoz való viszonyát magába a pixelformulába építik. A képi jelentés nem kizárólag a kódban rögzített koordinátákból következik, hanem abból a dinamikus kölcsönhatásból, amely a matematikailag meghatározott struktúra és az emberi észlelés relációs működése között jön létre.

A digitális képfelület így végső soron ugyanazt az optikai problémát fogalmazza újra, amely a tizenkilencedik század festészetében és színelméletében bontakozott ki, s e történeti folytonosság teszi lehetővé annak felismerését, hogy Georges Seurat pontszerű festői módszere és a korszerű raszterek szubpixel szintézise ugyanannak az optikai szervezőelvnek két különböző technológiai megnyilvánulása.

Ebben az összefüggésben válik nyilvánvalóvá, hogy a digitális kijelző nem pusztán új hordozófelületet biztosít a képi reprezentáció számára, hanem olyan technológiai struktúrát valósít meg, amely a neoimpresszionista optikai gondolkodás számos alapfeltevését fizikai működési elvvé alakítja. Georges Seurat divizionista festészete a tizenkilencedik század végén abból a felismerésből indult ki, hogy a tiszta pigmentek egymás mellé helyezése nagyobb fényerőt, intenzívebb kromatikus vibrációt és gazdagabb vizuális élményt eredményez, mint a palettán végzett mechanikus keverés. A festmény felülete ezért nem összefüggő színmezők egységeként szerveződött, hanem elkülönített, önmagukban teljes értékű színpontok sűrű hálózataként, amelyek végleges egységét nem a vászon, hanem kizárólag a szem optikai működése hozta létre. A folyadékkristályos és az organikus fénykibocsátó diódákra épülő kijelzők architektúrája ezzel meglepően szoros szerkezeti rokonságot mutat, hiszen a látható kép ezekben az esetekben sem homogén felületként létezik, hanem egymástól fizikailag elkülönülő fénykibocsátó elemek rendkívül sűrű rendszeréből épül fel, amelyek összessége csak megfelelő nézési távolságból válik folytonos vizuális egésszé.

Ennek a technológiai működésnek a legfontosabb szerkezeti egysége a szubpixel, amely minden egyes pixel belsejében külön vörös, zöld és kék fényforrásként működik. Az LCD technológiában ezek a szubpixelek háttérvilágítás által létrehozott fény áteresztését szabályozzák folyadékkristályos cellák segítségével, míg az OLED kijelzők esetében minden egyes szubpixel önálló emissziós egységként maga bocsát ki fényt. A két technológia fizikai megoldása eltérő, azonban vizuális logikájuk azonos marad, mert egyik esetben sem történik pigmentek anyagi összekeverése. A kép minden pontján három elkülönített fényforrás intenzitásának pontos szabályozása hozza létre azt a színállapotot, amelyet a megfigyelő egységes felületként érzékel. A mikroszkopikus vizsgálat ezért minden nagy felbontású kijelzőn ugyanazt az alapelvet tárja fel, amely Seurat vásznain makroszkopikus léptékben még szabad szemmel is felismerhető volt. A végső színélmény nem az egyes elemekben, hanem azok térbeli együttállásában és az emberi látórendszer integráló működésében keletkezik.

Ez a párhuzam nem pusztán formai hasonlóságot jelent, hanem mélyebb episztemológiai kontinuitást is feltár. A neoimpresszionizmus egyik legfontosabb felismerése az volt, hogy a kép

nem lezárt objektum, hanem a néző és a mű kölcsönhatásában létrejövő esemény. Ugyanez a felismerés válik a modern kijelzőtechnológia működésének alapfeltételévé. A szubpixelek önmagukban statikus, diszkrét fényforrások, amelyek nem hordozzák a végső vizuális jelentést. A retina receptormechanizmusai, a receptív mezők laterális kölcsönhatásai és a vizuális cortex integrációs folyamatai alakítják át ezeket a különálló jeleket összefüggő formákká, árnyalatokká és tónusátmenetekké. A fizikai távolság csökkenésével a szubpixelek elkülönültsége láthatóvá válik, míg a megfelelő megfigyelési távolságon a szem feloldja ezt a diszkrét szerkezetet, és nagy fényerejű, folytonos képként érzékeli azt. A vizuális addíció tehát ugyanúgy a percepció aktív teljesítménye marad, mint Seurat optikai kísérleteiben, csakhogy a festő ecsetvonásait immár mérnöki pontossággal szervezett fénykibocsátó struktúrák helyettesítik. Bár a subpixel-szintézis és a pointillizmus strukturálisan rokon (mindkettő a retinára bízza a keverést), fontos kiemelni a fizikai aszimmetriát: míg Seurat-nál a szubtraktív pigmentek optikai keverése óhatatlanul fényességcsökkenéssel és a színek szürkülésével járt, addig a digitális kijelzők additív RGB modellje tiszta fénnyel dolgozik, így képes megvalósítani azt a maximális fényerőt, amire a neoimpresszionisták csak vágytak. Ennek következtében a modern kijelző nem egyszerűen mechanikusan reprodukálja a pointillista eljárást, hanem annak elméleti és technológiai továbbgondolásaként értelmezhető.

Ennek következtében a modern kijelző nem egyszerűen reprodukálja a pointillista eljárást, hanem annak technológiai beteljesüléseként értelmezhető. A kromatoluminarizmus festészeti hipotézise olyan hardveres architektúrává alakult, amely minden megjelenített képnél ugyanazt az optikai elvet alkalmazza, amelyet Seurat még kizárólag művészi intuíció és kísérletezés útján tudott megvalósítani. A festői pont, a textilmintázat moduláris egysége, a Jacquard-rendszer diszkrét vezérlési logikája és a pixel szubpixelekre bontott szerkezete így egyetlen, több évszázadon át kibontakozó fejlődési láncolat egymásra épülő állomásaiként értelmezhetők. Ebben a történeti perspektívában Sonia Delaunay szimultanizmusa sem pusztán egy avantgárd festészeti irányzatként jelenik meg, hanem olyan vizuális gondolkodási modellként, amelynek relációs színelmélete, moduláris szerveződése és dinamikus kompozíciós elvei közvetlenül előlegezik meg azt a kódalapú generatív szemléletet, amelyben a szín, a forma és a szabály immár egységes matematikai rendszerként szerveződik.

6

A szimultanizmus algoritmikus értelmezése és a generatív művészet

Mindebből következően Sonia Delaunay életműve a kortárs generatív művészet felől szemlélve nem csupán történeti előzményként, hanem olyan formális rendszerként értelmezhető, amelynek belső működése explicit szabályokká alakítható. A szimultanizmus festészeti és textiltervezői gyakorlata ugyanis nem esetleges kompozíciós döntések sorozatára épült, hanem olyan ismétlődő relációk következetes alkalmazására, amelyek meghatározták a színek egymáshoz való viszonyát, a geometriai elemek ritmusát, valamint a vizuális feszültség létrejöttének feltételeit. A komplementer kontrasztok tudatos ütköztetése, a moduláris szerkezetek variációja és a periodikusan visszatérő kromatikus váltások olyan strukturális invariánsokat alkotnak, amelyek függetlenek az egyes művek konkrét megjelenési formájától. Ebben az értelemben a műalkotás nem kizárólag materiális objektumként létezik, hanem egy olyan absztrakt szabályrendszer megvalósulásaként is, amely különböző hordozókon és különböző konfigurációkban ismételten aktualizálható.

Ez a felismerés teszi lehetővé, hogy a szimultanizmus kompozíciós logikája a kortárs szoftveralapú generatív művészet nyelvére fordítható legyen. Az olyan fejlesztői környezetek, mint a Processing vagy a p5.js, nem egyszerűen digitális rajzeszközökként működnek, hanem olyan formális rendszerekként, amelyekben a vizuális jelenségek matematikai műveletek és programozási utasítások eredményeként jönnek létre. A Delaunay által intuitív módon kialakított színkapcsolatok ebben a közegben logikai feltételekként írhatók le. Egy adott színmező létrejötte függhet a szomszédos elemek kromatikus állapotától, a komplementer viszonyok ellenőrizhetők feltételes szerkezetek segítségével, míg a ritmikus ismétlődés ciklusok, iterációk és paraméterezett függvények alkalmazásával valósítható meg. A geometriai modulok koordinátái tömbökben vagy kétdimenziós adatszerkezetekben tárolhatók, amelyek minden egyes futtatás során új konfigurációkat képesek létrehozni anélkül, hogy a kompozíció alapelvei sérülnének. A vizuális forma így már nem közvetlenül a kéz mozdulatából születik meg, hanem egy olyan formális leírás végrehajtásából, amelyben minden elem meghatározott logikai szerepet tölt be.

Ezzel a transzformációval a műalkotás ontológiai státusza is alapvetően megváltozik. A hagyományos festmény lezárt, egyszeri és materiálisan rögzített konfigurációként létezik, míg a generatív rendszer elsődleges hordozója maga a programkód, amely nem egyetlen képet tárol, hanem képek potenciálisan végtelen sorozatának létrehozási szabályait. A runtime során végbemenő számítások következtében minden futtatás új vizuális állapotot eredményezhet,

miközben a kompozíció strukturális identitása változatlan marad. A hangsúly ezért fokozatosan áthelyeződik a kész képről annak előállítási mechanizmusára. Delaunay szimultanizmusának lényege ebben az összefüggésben már nem egy meghatározott színkombináció reprodukciója, hanem annak a relációs rendszernek a formalizálása, amely folyamatosan képes új kromatikus eseményeket generálni. A program tehát nem másolja a történeti műalkotást, hanem operacionalizálja annak belső működését, vagyis a színkapcsolatok dinamikáját olyan autonóm folyamattá alakítja, amely saját szabályai alapján képes önmagát variálni.

A szimultanizmus ezzel kilép az egyedi műalkotás kategóriájából, és olyan generatív struktúraként válik értelmezhetővé, amelyben a vizuális forma nem előre adott állapot, hanem matematikailag szabályozott esemény, s ez a felismerés közvetlenül vezeti tovább a vizsgálatot a koncentrikus színmezők parametrikus geometriájának, valamint a trigonometrikus ciklusok és iteratív loopok által szervezett kompozíciós mechanizmusok elemzése felé.

A generatív rendszer időbeli működésének bevezetésével Sonia Delaunay Bal Bullier című kompozíciója már nem csupán statikus festményként, hanem egy folytonosan újraszerveződő vizuális folyamat modelljeként értelmezhető. A mű eredeti festészeti problémája annak megoldására irányult, miként lehet a mozgást, a zenei ritmust és a tánc egymásra torlódó időrétegeit egyetlen képi mezőben jelenvalóvá tenni. A generatív környezet ezzel szemben nem kényszerül arra, hogy az időt térbeli szerkezetbe sűrítse, mert maga az idő válik a kompozíció elsődleges szervezőelvévé. A festői simultaneitás ily módon ontológiai értelemben új státuszt nyer: ami korábban a vizuális érzékelés által rekonstruált implicit dinamika volt, az a szoftver működésében explicit, folyamatosan végrehajtott folyamattá alakul.

E transzformáció központi mechanizmusa a render loop vagy draw loop, amely a generatív rendszerek alapvető működési egysége. A program nem egyszer állít elő egy lezárt képet, hanem másodpercenként számos alkalommal újraszámítja a teljes vizuális mezőt, miközben minden egyes ciklus a megelőző állapot módosított folytatásaként jelenik meg. A kép ezért nem végtermék, hanem permanens esemény, amelynek identitását nem egyetlen konfiguráció, hanem a konfigurációk megszakítás nélküli láncolata alkotja. Ebben a működési modellben a Bal Bullier belső ritmusa különösen pontos analógiára talál, hiszen Delaunay festészetében sem egyetlen mozdulat reprezentációja a lényeges, hanem a mozgások egymásra vetülése, ritmikus interferenciája és kölcsönös módosulása. A generatív rendszer ezt az elvet úgy valósítja meg, hogy minden új képkocka az előzőből következik, ugyanakkor sohasem ismétli azt teljes azonossággal.

Az idő ily módon önálló paraméterré válik a vizuális szerkezet létrehozásában. Az eltelt idő, a képkockák száma vagy más időfüggő változók folyamatosan módosítják a geometriai elemek koordinátáit, méretét, orientációját és kromatikus viszonyait. A koncentrikus ívek, a hullámzó színsávok és a dinamikus kontrasztok matematikai függvények által vezérelt eltolások eredményeként állandó mozgásban maradnak, miközben amplitúdójuk, periódusuk és fáziskülönbségük finoman szabályozható. A vizuális ritmus ezért nem előre rögzített kompozíciós adottságként jelenik meg, hanem időben kibomló folyamatként, amelyben a színek egymásba fonódása, távolodása és újbóli közeledése folyamatos optikai lüktetést hoz létre. Az offset alkalmazása különösen fontos szerepet játszik ebben a szerveződésben, mivel az azonos matematikai szabály szerint mozgó elemek eltérő kezdőállapota komplex

interferenciamintázatokat eredményez. A szem így nem izolált objektumokat követ, hanem egymásra ható mozgási mezőket érzékel, amelyek állandóan új ritmikai konfigurációkat hoznak létre.

E folyamat során a szín és a forma elveszíti korábbi statikus státuszát, és változó adathalmazként kezd működni. Egy adott forma többé nem végleges geometriai alakzat, hanem olyan koordináták pillanatnyi együttese, amelyek minden frissítési ciklus során újraszámítódnak. A szín sem rögzített attribútum marad, hanem paraméterek függvényében folyamatosan módosuló érték, amely időben változó intenzitások, átmenetek és relációk részeként létezik. A generatív kompozíció ezért nem egyetlen kép létrehozását jelenti, hanem olyan folyamat kialakítását, amelyben a vizuális identitás maga is időbeli eseménnyé válik. A Delaunay által festői intuícióval megteremtett ritmikus simultaneitás így olyan dinamikus rendszerként jelenik meg, amelynek valódi hordozója már nem a rögzített felület, hanem a folyamatos számítás és az állandó újrakonfigurálódás.

Ebből a perspektívából logikusan következik annak vizsgálata, hogy a periodikus matematikai függvények determinisztikus ritmusát miként egészítik ki a zajfüggvények, a parametrikus instabilitás és a folytonos színátmenetek olyan modelljei, amelyek a generatív vizuális rendszerek organikus változékonyságának alapját alkotják.

A generatív időbeliség kibontakozása után Sonia Delaunay korai absztrakt kompozíciói és a Contrastes simultanés sorozat újabb értelmezési horizontot nyitnak meg, mert ezekben a művekben a vizuális szerveződés már nem kizárólag ismétlődő geometriai modulokból, hanem finoman változó, egymásba oldódó színmezőkből és állandóan módosuló kromatikus feszültségekből épül fel. A pigmentek kézi felvitelének apró eltérései, az ecsetnyomok sűrűségének változásai és a színfelületek organikus találkozásai olyan komplex mintázatokat eredményeznek, amelyek első pillantásra az alkotói intuíció egyszeri megnyilvánulásainak tűnnek, valójában azonban olyan strukturális törvényszerűségeket hordoznak, amelyek formális matematikai modellek segítségével is leírhatók. A procedurális generálás perspektívájából ezek a művek nem lezárt kompozíciókként jelennek meg, hanem olyan szabályrendszerek vizuális megnyilvánulásaiként, amelyek paraméterezett módon újraalkothatók és folyamatosan variálhatók.

Ebben a kontextusban különös jelentőségre tesznek szert a Perlin-zaj és a Simplex-zaj típusú matematikai zajfüggvények, amelyek alapvetően eltérnek a véletlenszerű értéksorozatoktól. A klasszikus véletleneloszlás diszkontinuitása helyett ezek a függvények folytonosan változó, korrelált értékmezőket hoznak létre, amelyekben a szomszédos pontok közötti átmenetek simák, ugyanakkor hosszabb léptékben összetett struktúrákat eredményeznek. Ez a determinisztikus, mégis organikus viselkedés különösen alkalmas annak a vibráló texturális minőségnek a modellezésére, amely Delaunay festményein a pigmentrétegek finom különbségeiből és az egymásba oldódó színmezők érzéki gazdagságából fakad. A zajfüggvény ebben az értelemben nem pusztán textúrageneráló technika, hanem olyan matematikai közeg, amely képes reprodukálni a kézi festés mikroszkopikus változékonyságának statisztikai karakterét anélkül, hogy mechanikus ismétlődésbe merevedne.

A procedurális térszervezés következő szintjét az áramlási terek jelentik, amelyekben minden koordinátához egy irányított vektor rendelődik. Ezek a vektorok meghatározzák a vizuális elemek mozgásának lokális irányát, sebességét és görbületét, ezáltal a kompozíció egészét láthatatlan erőterek hálózatává alakítják. A színpászták és geometriai formák többé nem önálló objektumokként viselkednek, hanem olyan részecskékként vagy felületekként, amelyek pályáját a tér minden pontján eltérő matematikai viszonyok szabályozzák. A vektormezők folyamatos módosítása következtében a kompozíció állandó parametrikus instabilitásban marad, miközben megőrzi globális szerkezeti koherenciáját. A Delaunay-féle szimultanizmus optikai dinamizmusa ebben a modellben már nem kizárólag a színkontrasztokból származik, hanem a szín és az irány együttes változásából, amely a vizuális mezőt folyamatos áramlássá alakítja.

Ennek megfelelően a színátmenetek sem egyszerű lineáris interpolációk eredményei. Egy adott árnyalat létrejöttét egyszerre befolyásolhatják a zajfüggvény aktuális értékei, az áramlási tér lokális irányai, az időparaméter változásai, valamint a környező színmezők relációi. A végső kromatikus állapot így többváltozós matematikai függvények összjátékából születik meg, amelyekben minden paraméter módosítása a teljes vizuális rendszerre kiterjedő következményekkel jár. A kompozíció ebben az értelemben dinamikus kódmátrixként működik, amely nem előre rögzített képet tárol, hanem a képi események létrehozásának szabályait. Sonia Delaunay absztrakt kísérletei így a procedurális esztétika felől szemlélve olyan nyitott rendszerekké válnak, amelyekben a vizuális forma folyamatos számítás eredményeként, önmagát állandóan újraszervező folyamatként jelenik meg.

Ez a matematikailag vezérelt vizuális dinamika egyúttal szükségszerűen vezeti tovább a vizsgálatot azokhoz a hardveres és programozási architektúrákhoz, amelyek a valós idejű renderelést a GPU párhuzamos feldolgozására, valamint a GLSL pixel shaderek szintjén végrehajtott színszámításokra építik.

A procedurális színmezők matematikai folytonossága ezen a ponton már szükségszerűen vezet el ahhoz a számítási architektúrához, amelyben a szimultán reláció nem csupán esztétikai elvként, hanem a képgenerálás alapvető működési mechanizmusaként jelenik meg. Sonia Delaunay kompozícióiban a színek sohasem elszigetelt entitásokként, hanem kölcsönösen egymást meghatározó viszonyhálózatként szerveződtek, s e relációs szemlélet különös pontossággal feleltethető meg a modern grafikus processzorok működési logikájának. A GPU architektúrája nem egymás után végrehajtott műveletek sorozataként állítja elő a vizuális felületet, hanem nagyszámú, egymással párhuzamos számítás révén, amelyek egyszerre alakítják ki a teljes képi struktúrát. Ebben az értelemben a shader programozás nem pusztán technikai eszköz, hanem a szimultanizmus olyan technológiai kiteljesedése, amelyben a színek relációja már nem utólagos optikai következmény, hanem a képgenerálás elsődleges szervezőelve.

A GLSL nyelven megfogalmazott fragment shaderek működése különösen világosan teszi érzékelhetővé ezt az elméleti megfelelést. A hagyományos, CPU központú végrehajtás alapvetően szekvenciális logikája helyett minden egyes képpont önálló számítási egységként jelenik meg, amely ugyanazt a matematikai függvényrendszert alkalmazza saját térbeli helyzetére és aktuális állapotára. A képernyő teljes felülete így egyszerre válik aktív számítási térré, ahol a színértékek nem előre eltárolt képi elemekből állnak össze, hanem koordinátákból, vektorokból,

trigonometrikus függvényekből, időparaméterekből és különböző matematikai transzformációkból vezethetők le. A szimultanizmus alapelve, amely szerint minden szín kizárólag környezetének relációjában nyeri el végleges karakterét, a shader architektúrában új ontológiai státuszt kap, mivel minden pixel értéke a teljes matematikai rendszer pillanatnyi állapotából következik, nem pedig önmagában létező vizuális objektumként jelenik meg.

E folyamat egyik legfontosabb szervezőeleme a normalizált UV koordinátarendszer alkalmazása, amely egységes matematikai felületként írja le a teljes képsíkot. Ebben a koordinátatérben minden pont helye normalizált koordinátákkal írható le, amelyek függetlenek a kijelző vagy a textúra fizikai felbontásától. A szín így már nem statikus attribútum, hanem a térbeli pozíció, az idő, valamint a különböző matematikai változók együttes függvénye. A koncentrikus struktúrák, radiális hullámzások, periodikus modulációk vagy éppen turbulens átmenetek ugyanazon képlet különböző paraméterezéseiből vezethetők le, így a vizuális kompozíció a futásidő minden pillanatában újraszámított eseménnyé válik. A kromatikus kapcsolatok folyamatos újraszintetizálása révén a hardver biztosítja a szimultán kontraszt kialakulásának fizikai feltételeit, miközben maga a jelenség továbbra is az emberi vizuális rendszer pszichofiziológiai működésében jön létre.

Ebben a rendszerben a műalkotás fogalma alapvetően átalakul. A hangsúly többé nem az egyszer létrehozott végleges képen, hanem azon formális szabályrendszeren van, amely végtelen számú vizuális konfiguráció előállítására képes. Sonia Delaunay festészeti és textiltervezői öröksége ilyen módon nem pusztán stiláris inspirációként él tovább a generatív vizuális kultúrában, hanem olyan relációs modellként, amely a matematikai formalizáció révén új létmódot nyer. A szimultán színelmélet ezzel lezárja azt a több mint három évszázados fejlődési ívet, amely Newton spektrális elemzésétől Chevreul relációs törvényein, Seurat optikai addícióján, az orfizmus absztrakt színterein, a textilmintázatok moduláris szerveződésén, a digitális raszterek architektúráján és a generatív programozás eljárásain át vezetett el a valós idejű, párhuzamosított színmátrixok világáig, előkészítve a monográfia záró fejezetének szintetizáló feladatát, amely e teljes tudománytörténeti, művészetelméleti és technológiai folyamat egységes értelmezését adja.

7

Konklúzió

A kifejtett összefüggések fényében egyértelművé válik, hogy a szín története nem egymástól elszigetelt tudományos felismerések, művészeti újítások és technológiai innovációk laza egymásutánjaként értelmezhető, hanem olyan folytonos ontológiai átalakulásként, amelynek során a szín fogalma fokozatosan leválik eredeti anyagi hordozóiról, miközben egyre magasabb absztrakciós szinteken szerveződik újra. Newton spektrális elemzése először bontotta fel a fehér fény látszólagos egységét elemi összetevőire, ezzel megteremtve annak lehetőségét, hogy a szín a természet objektív törvényeinek vizsgálható jelenségeként jelenjen meg. Chevreul ezt a fizikai szemléletet továbbfejlesztve már nem az izolált színekre, hanem azok kölcsönös viszonyaira irányította a figyelmet, bizonyítva, hogy a színérzékelés mindig relációs folyamatként valósul meg. A neoimpresszionizmus ezt az elméleti fordulatot optikai gyakorlattá alakította, Sonia Delaunay pedig az orfikus szimultanizmus keretében végleg felszabadította a színt a tárgyi reprezentáció kötöttsége alól, amikor a kromatikus viszonyokat önálló, ritmikus és generatív kompozíciós rendszerként értelmezte.

E fejlődési ív jelentősége azonban túlmutat a művészettörténeti kategóriákon. A Jacquard szövőszék mechanikus vezérlési rendszere megmutatta, hogy a vizuális struktúrák szabályalapú szerveződése nem csupán esztétikai, hanem technológiai probléma is lehet, amelyben a mintázat előállítása előre rögzített formális utasítások szerint történik. A textilminták moduláris ismétlődése, a szövési rács koordinált szerkezete és a perforált kártyák vezérlési logikája olyan köztes állomást alkotott, amely összekapcsolta a fizikai anyag világát a strukturált információ fogalmával. Ebben a perspektívában Sonia Delaunay textiltervezői gyakorlata már nem az autonóm festészet mellékágaként értelmezhető, hanem annak bizonyítékaként, hogy a szimultanista színelmélet eleve olyan moduláris rendszerként működött, amely képes volt különböző hordozókon ugyanazon relációs logika szerint újraszervezni önmagát.

A digitális képalkotás megjelenésével ez a folyamat új ontológiai minőséget ért el. A pigmentek, festőfonalak és fizikai felületek helyét fokozatosan átvették a raszterek, a pixelek, az RGB koordinátarendszerek és a matematikailag definiált színterek, amelyekben a szín már nem anyagi tulajdonságként, hanem számszerűsíthető állapottérként létezik. A shader alapú képgenerálás tovább radikalizálta ezt az átalakulást, mivel a vizuális jelenség létrejötte immár nem előállított képek tárolásából, hanem valós időben végrehajtott matematikai műveletekből következik. A kép ilyen értelemben nem rögzített objektum, hanem folyamatos számítási esemény, amelyben a tér, az idő és a szín ugyanazon formális rendszer egymást kölcsönösen meghatározó változóivá válnak. A szimultán kontraszt relációs elve így nem csupán az emberi látás pszichofiziológiai

sajátosságaként, hanem a kortárs vizuális rendszerek működésének egyik alapvető szervezőmechanizmusaként is értelmezhető.

Ebből következően Sonia Delaunay életműve a huszadik századi avantgárd történetében nem pusztán formai újításként vagy stiláris fordulatként értékelhető, hanem olyan analóg prototípusként, amely előrevetítette a generatív képalkotás alapelveit. Kompozícióiban a szín sohasem lezárt eredményként, hanem szabályokból kibontakozó viszonyrendszerként jelent meg, amelynek működése ma már formális matematikai modellek, algoritmusok és valós idejű programozási környezetek segítségével írható le és valósítható meg. A monográfia egészének legfontosabb következtetése ezért az, hogy a newtoni spektrum felbontásától a relációs színelméleten, a szimultanista absztrakción, a textilmintázatok moduláris szerveződésén és a digitális raszterarchitektúrákon át ugyanannak az esztétikai gondolatnak a fokozatos kiteljesedése követhető nyomon. A digitális korszak generatív vizualitásában a szín már nem kizárólag statikus reprezentáció, hanem olyan fényalapú, relációs és matematikailag meghatározott folyamat, amely egyszerre fizikai jelenség, érzékelési esemény és végrehajtható kódszerkezet, s e vizsgált fejlődési ívben az anyag tulajdonságából a generatív digitális képalkotás meghatározó szervezőelvévé válik.

A strukturális színrendszerek koncepcionális vizuális modellje.